

J1040 U.S. PTO  
10/079071  
02/20/02

### EXPRESS MAIL CERTIFICATE

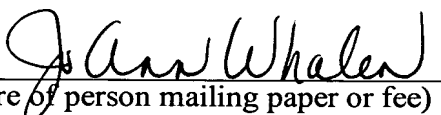
DOCKET NO. : 20959/1680 (P 54746)  
APPLICANT(S) : Roland Neubert, Karin Vogel, Ulrich Salz, and Volker  
Rheinberger  
TITLE : FILLER ON THE BASIS OF PARTICULATE COMPOSITE

Certificate is attached to the **Certified Copy of a Foreign Priority Document**  
(German Application No. 101 08 261.4) (23 pages) of the above-named application.

"EXPRESS MAIL" NUMBER: EL801321034US  
DATE OF DEPOSIT: February 20, 2002

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the U. S. Patent and Trademark Office, Box 2327, Arlington, Virginia 22202, **Box: Patent Application.**

Jo Ann Whalen  
(Typed or printed name of person mailing  
paper or fee)

  
(Signature of person mailing paper or fee)



J1040 U.S. PTO  
10/079071



02/20/02

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 101 08 261.4

**Anmeldetag:** 21. Februar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Ivoclar Vivadent AG, Schaan/LI

**Bezeichnung:** Füllstoff auf der Basis von partikulärem Komposit

**IPC:** C 08 L, C 08 K, A 61 K

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. Januar 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Nietiedt

# UEXKÜLL & STOLBERG

PATENTANWÄLTE

BESLERSTRASSE 4  
D-22607 HAMBURG

EUROPEAN PATENT ATTORNEYS  
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS

DR. J.-D. FRHR. von UEXKÜLL (- 1992)  
DR. ULRICH GRAF STOLBERG (- 1998)  
DIPL.-ING. JÜRGEN SUCHANTKE  
DIPL.-ING. ARNULF HUBER  
DR. ALLARD von KAMEKE  
DIPL.-BIOL. INGEBORG VOELKER  
DR. PETER FRANCK  
DR. GEORG BOTH  
DR. ULRICH-MARIA GROSS  
DR. HELMUT von HEESCH  
DR. JOHANNES AHME  
DR. HEINZ-PETER MUTH  
DIPL.-ING. LARS MANKE  
DR. MARTIN WEBER-QUITZAU  
DR. BERND JANSSEN  
DR. ALBRECHT von MENGES

Ivoclar Vivadent AG  
Bendererstr. 2  
FL-9494 Schaan

Liechtenstein

RECHTSANWALT  
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEY  
DR. FRANK DETTMANN

Februar 2001  
P 54746 hpm

## Füllstoff auf der Basis von partikulärem Komposit

Die Erfindung betrifft Füllstoffe auf der Basis von partikelförmigen Kompositwerkstoffen, die eine definierte Korngrößenverteilung aufweisen und nur einen geringen Anteil feinkörniger Partikel enthalten.

Moderne Dentalwerkstoffe enthalten in der Regel als eine wesentliche Komponente ein flüssiges, polymerisierbares Bindemittel in Form von Monomeren oder Monomermischungen. Es ist bekannt, daß bei der Polymerisation solcher Bindemittel gewöhnlich eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Volumenkontraktion stattfindet (vgl. R.R. Sadhir, R.M. Luck, Expanding Monomers - Synthesis, Characterization and Application; CRC Press, Boca Raton 1992, Seiten 3ff). Das Schrumpfen ist auf die Ausbildung kovalenter Bindungen zwischen den Monomermolekülen bei der Polymerisation zurückzuführen, wodurch der Abstand zwischen den Molekülen verringert wird. Im unpolymerisierten Zustand werden die Moleküle überwiegend durch Van der Waals-Kräfte zusammengehalten, welche einen größeren intermolekularen Abstand zur Folge haben.

Bei der Herstellung von Formteilen wirkt sich der Polymerisationsschrumpf sehr nachteilig auf die Dimensionsstabilität und die mechanischen Eigenschaften der Formkörper aus. Bei Adhäsiven und Klebeverbindungen beeinträchtigt der Polymerisationsschrumpf die Haftungseigenschaften und die Verbundfestigkeit, was bei Dentalmaterialien die Haftung zwischen Restaurationsmaterial und der natürlichen Zahnschubstanz verschlechtert. Es kommt zur Ausbildung von Spalten, welche die Bildung von Sekundärkaries begünstigen.

10

Zur Verringerung des Polymerisationsschrumpfes von Dentalmaterialien wurde der Einsatz von hochmolekularen Monomeren oder Präpolymeren, die Verwendung von Monomeren, die sich durch Ringöffnungspolymerisation polymerisieren lassen, die Zugabe von inerten, porösen oder expandierenden Füllstoffen oder Gas freisetzenden Systemen beschrieben.

20

Bei der Auswahl geeigneter Füllmaterialien kommt der Partikelgröße eine besondere Bedeutung zu. Große Partikeldurchmesser ergeben Materialien mit schlechter Polierbarkeit und inakzeptabler Abrasion, während feinteilige Füllmaterialien eine starke Verdickungswirkung zeigen, wodurch der Monomerbedarf erhöht und als Folge davon der Polymerisationsschrumpf vergrößert wird. Außerdem wird durch die hohe Viskosität das Einarbeiten des Füllstoffs erschwert und die maximale Füllstoffmenge begrenzt.

30

Aus der DE-OS 14 92 040 sind Zahnfüllmassen bekannt, die als Füllstoff Glasperlen mit einer Teilchengröße im Bereich von 5 bis 100 µm enthalten. Als Zwischenraumfüllstoff werden zusätzlich Glasfasern eingesetzt. Die Perlen sollen auf Grund ihrer Kugelform eine optimale Bruchfestigkeit und eine geringe Abriebwirkung gewährleisten. Die Farbe der Massen soll sich beim Aushärten von selbst an die Farbe des natürlichen Zahnmateri als anpassen.

Die DE 24 03 211 A1 offenbart Dentalwerkstoffe, in denen ausschließlich mikrofeine anorganische Füllstoffe (Mikrofüllstoffe) auf Siliciumdioxidbasis eingesetzt werden, deren Teilchengröße unter 700 nm liegt. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform haben mindestens 50 Gew.-% des Füllstoffs eine Teilchengröße von 10 bis 400 nm. Man erhält überraschend Füllungsmaterialien mit guter Transparenz und Polierbarkeit sowie ausgezeichneten physikalischen Eigenschaften.

10 Die DE 27 05 220 A1 schlägt transparente Dentalwerkstoffe mit hoher Druckfestigkeit vor, in denen ein feinteiliger Füllstoff mit einer solchen Kornverteilung eingesetzt wird, daß 70 - 95 % der Teilchen eine Korngröße von 0,7 bis 25 µm und 5 - 30 % der Teilchen eine Korngröße von 0,2 bis 0,7 µm aufweisen. Darüber  
15 hinaus kann der Füllstoff in einer Menge bis zu 5 Gew.-% Teilchen mit einem geringeren Durchmesser als 0,2 µm enthalten. Die mittlere Korngröße der feinteiligen Füllstoffe wird mit 1 - 5 µm angegeben. Nach den Beispielen wird roher α-Quarz erhitzt und nach einer bestimmten Methode aufgemahlen.

20 Die EP 0 475 239 A2 offenbart Dentalmaterialien, die als Füllstoff eine Mischung aus amorphen, kugelförmigen Teilchen aus Siliciumdioxid und bis zu 20 Mol.-% eines Oxids mindestens eines Elements der Gruppen I, II, III und IV des Periodensystems mit  
25 einem Brechungsindex von 1,50 bis 1,58 und mit einer durchschnittlichen Primärteilchengröße von 0,1 bis 1,0 µm, und Quarz-, Glaskeramik- oder Glaspulver oder deren Mischungen mit einem Brechungsindex von 1,50 bis 1,58 und mit einer durchschnittlichen Teilchengröße von 0,5 bis 5,0 µm enthalten. Die Materialien  
30 zeichnen sich durch eine hohe Transparenz und gute Polierbarkeit aus.

Die US 5,356,951 offenbart Dentalwerkstoffe, die als Füllstoff eine Mischung aus einem organisch-anorganischen Kompositfüller  
35 mit einer mittleren Partikelgröße von 5 bis 50 µm, Glaspulver mit einer maximalen Partikelgröße von 10 µm und einer mittleren

Partikelgröße von 0, 1 bis 5  $\mu\text{m}$  und einem feinteiligen Füllstoff mit einer Partikelgröße von 0,01 bis 0,04  $\mu\text{m}$  enthalten. Der Kompositfüller ist seinerseits mit Glaspulver gefüllt, das eine maximale Teilchengröße von 10  $\mu\text{m}$  und eine mittlere Teilchengröße von 0,1 bis 5  $\mu\text{m}$  aufweist. Die Werkstoffe sollen sich durch eine glatte Oberfläche, einen geringen Polymerisationsschrumpf und verbesserte physikalische Eigenschaften auszeichnen.

Die DE 198 23 530 A1 offenbart Dentalmaterialien, die als Füllstoff ein organisch-anorganisches Verbundmaterial enthalten können, das eine mittlere Teilchengröße von 5 bis 50  $\mu\text{m}$  aufweist und seinerseits mit einem ultrafeinen anorganischen Füllstoff mit einer mittleren Teilchengröße von 0,01 bis 0,04  $\mu\text{m}$  gefüllt ist. Die Dentalmaterialien werden unter Anwendung von Druck und Hitze polymerisiert und dann durch Fräsen zu Dentalrestorationen weiterverarbeitet. Diese sollen sich durch gute mechanische Eigenschaften auszeichnen und frei von unpolymerisiertem Monomer sein.

Die EP 0 983 762 A1 offenbart Dentalmaterialien, die als Füllstoff eine Mischung aus organisch-anorganischem Kompositfüller mit einer mittleren Partikelgröße von 5 bis 50  $\mu\text{m}$ , partikulärem Füllstoff mit einer mittleren Partikelgröße von 20 nm oder weniger und ggf. Glaspulver mit einer maximalen Partikelgröße von 5  $\mu\text{m}$  und einer mittleren Partikelgröße von 0,5 bis 2  $\mu\text{m}$  enthalten. Der Kompositfüller wird durch Härten einer Mischung aus einem partikulären Füllstoff mit einer mittleren Partikelgröße von 20 nm oder weniger und einem Methacrylat- oder Acrylatmonomer mit einer Viskosität von 60 cP oder mehr und Pulverisieren der gehärteten Mischung hergestellt. Die Materialien sollen sich durch gute Polierbarkeit und gute mechanische Eigenschaften auszeichnen und eine dem natürlichen Zahn entsprechende Glätte und Transparenz aufweisen.

Trotz der zahlreichen im Stand der Technik beschriebenen Dentalwerkstoffe und trotz der zum Teil beachtlichen Verbes-

serungen, die hinsichtlich bestimmter Materialeigenschaften erzielt wurden, weisen herkömmliche Dentalwerkstoffe meist immer noch einen Polymerisationsschrumpf von 2,3 bis 2,8 % auf. Es besteht daher nach wie vor ein Bedürfnis, den Polymerisations-  
5 schrumpf von Dentalmaterialien ohne Beeinträchtigung der übrigen Eigenschaften weiter zu reduzieren.

Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, polymerisierbare Zusammensetzungen bereitzustellen, die einen geringen  
10 Polymerisationsschrumpf und gute sonstige Eigenschaften wie Transparenz und Polierbarkeit aufweisen.

Diese Aufgabe wird durch polymerisierbare Zusammensetzungen gelöst, die einen neuartigen Füllstoff auf der Basis von  
15 partikulärem Kompositmaterial enthalten. Dieser Kompositfüller weist eine mittlere Partikelgröße von 20 bis 50  $\mu\text{m}$  auf und enthält maximal 10 Gew.-% Partikel mit einer Korngröße von  $< 10 \mu\text{m}$ . Die Prozentangabe bezieht sich auf die Masse des Kompositfüllers. Unter einem Kompositmaterial wird ein Material auf der  
20 Basis von polymerisierbarem organischem Bindemittel und anorganischem Füllstoff verstanden.

Es wurde überraschend gefunden, daß durch die Verwendung von Kompositfüller mit der angegebenen Korngrößenverteilung der  
25 Polymerisationsschrumpf polymerisierbarer Zusammensetzungen deutlich verringert werden kann. Zudem zeichnen sich die Zusammensetzungen nach dem Härten trotz ihres vergleichsweise hohen Gehalts an grobkörnigem Füllstoff durch gute Polierbarkeit, Oberflächenglätte und Abrasion aus.

30 Grundsätzlich sind Kompositfüller bevorzugt, die einen möglichst geringen Anteil an feinputikulärem Material enthalten, insbesondere maximal 8 Gew.-% und besonders bevorzugt maximal 6 Gew.-% Partikel mit einer Größe von  $< 10 \mu\text{m}$ . Weiter bevorzugt  
35 sind Kompositfüller mit einer mittleren Partikelgröße von 30 bis 40  $\mu\text{m}$ . Die maximale Partikelgröße der Kompositfüller beträgt

vorzugsweise 70  $\mu\text{m}$ , d.h. das Material enthält weniger als 5 Gew.-%, besonders bevorzugt weniger als 1 Gew.-% Partikel mit einer Größe von mehr als 70  $\mu\text{m}$ .

- 5 Unter der mittleren Partikelgröße wird, wenn nicht anders angegeben, das Zahlenmittel verstanden. Dieses ergibt sich aus der Häufigkeitsverteilung nach dem Klassieren.

10 Erfindungsgemäß als Kompositfüller geeignete partikuläre Kompositmaterialien lassen sich beispielsweise durch Mischen von organischem Bindemittel, Füllstoff und gegebenenfalls Polymerisationsinitiator, Härten und anschließendes Mahlen der Mischung herstellen. Das Mahlgut wird, falls erforderlich, klassiert, um Füllstoff mit der gewünschten Korngrößenverteilung zu erhalten.

15 Das Zerkleinern kann in herkömmlichen Mühlen erfolgen, beispielsweise in einer Kugelmühle, Luftstrahlmühle, Prallmühle oder Vibrationsmühle. Das Kompositmaterial kann vor dem eigentlichen Mahlen zum Beispiel in einem Kegelbrecher vorgebrochen werden.

20 Die Ausführungsbeispiele zeigen, daß beim gewöhnlichen Mahlen von Kompositmaterialien ein erheblicher Anteil an feinputikulärem Material mit einem Partikeldurchmesser von  $< 10 \mu\text{m}$  gebildet wird. Dieser wird erfindungsgemäß abgetrennt, beispielsweise durch  
25 Klassieren, wie Stromklassieren, Sichten, Windsichten, gegebenenfalls in Kombination mit elektrostatischen Verfahren, Flotation, Sedimentation, elektrostatische oder magnetische Trennung oder Sieben. Geeignete Verfahren werden in Ullmanns Encyklopädie der Technischen Chemie, Band 2 (1988), Unit Operations, beschrieben.

30 Als organisches Bindemittel zur Herstellung der partikulären Komposite eignen sich alle durch Polymerisation härtbare Bindemittel, insbesondere ethylenisch ungesättigte, polymerisierbare Bindemittel, z.B. Monomere, wie monofunktionelle oder  
35 polyfunktionelle Methacrylate, die allein oder in Mischungen eingesetzt werden können. Als bevorzugte Beispiele für diese



Verbindungen kommen Methylmethacrylat, Isobutylmethacrylat, Cyclohexylmethacrylat, Tetraethylenglycoldimethacrylat, Triethylenglycoldimethacrylat, Diethylenglycoldimethacrylat, Ethylenglycoldimethacrylat, Polyethylenglycoldimethacrylat, Butandiol-  
5 dimethacrylat, Hexandioldimethacrylat, Decandioldimethacrylat, Dodecandioldimethacrylat, Bisphenol-A-dimethacrylat, Trimethylolpropantrimethacrylat, 2,2-Bis-[4-(2-Hydroxy-3-methacryloxypropoxy)-phenyl]-propan (Bis-GMA) sowie die Reaktionsprodukte aus Isocyanaten, insbesondere Di- und/oder Triisocyanaten und  
10 OH-gruppenhaltigen Methacrylaten in Frage. Beispiele dafür sind die Umsetzungsprodukte von 1 Mol Hexamethylendiisocyanat mit 2 Mol 2-Hydroxyethylenmethacrylat, von 1 Mol Tri(6-isocyanatohexyl)biuret mit 3 Mol 2-Hydroxyethylmethacrylat und von 1 Mol 2,2,4-Trimethylhexamethylendiisocyanat mit 2 Mol 2-Hydroxyethyl-  
15 methacrylat, die im folgenden als Urethandimethacrylate bezeichnet werden. Der Bindemittelanteil bewegt sich zwischen 10 und 80 Gew.-% bezogen auf die Masse des Kompositmaterials, vorzugsweise 10 bis 30 Gew.-%.

20 Besonders bevorzugte Monomere sind Urethandimethacrylat (UDMA), d.h. das Umsetzungsprodukt von 1 Mol 2,2,4-Trimethylhexamethylendiisocyanat mit 2 Mol 2-Hydroxyethylmethacrylat, 1,10-Decandioldi(meth)acrylat, Bisphenol-A-Dimethacrylat, ethoxyliertes Bisphenol-A-Dimethacrylat und Mischungen dieser Monomere.

25 Zur Initiierung der Polymerisation enthalten die Mischungen einen Polymerisationsinitiator, beispielsweise einen Initiator für die radikalische Polymerisation. Je nach Art des verwendeten Initiators können die Mischungen kalt, durch Licht oder vorzugs-  
30 weise heiß polymerisierbar sein.

Als Initiatoren für die Heißpolymerisation können die bekannten Peroxide wie Dibenzoylperoxid, Dilauroylperoxid, tert.-Butylper-  
octoat oder tert.-Butylperbenzoat eingesetzt werden, aber auch  
35  $\alpha,\alpha'$ -Azo-bis(isobutyroethylester), Benzpinakol und 2,2'-Dimethylbenzpinakol sind geeignet.

Als Initiatoren für die Photopolymerisation können z.B. Benzophenon und seine Derivate sowie Benzoin und seine Derivate verwendet werden. Weitere bevorzugte Photoinitiatoren sind die  $\alpha$ -Diketone, wie 9,10-Phenanthrenchinon, Diacetyl, Furil, Anisil,  
5 4,4'-Dichlorbenzil und 4,4'-Dialkoxybenzil. Campherchinon wird besonders bevorzugt verwendet.

- Als Initiator für die durch UV-Licht initiierte Polymerisation eignet sich besonders 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid.
- 10 UV-Photoinitiatoren können allein, in Kombination mit einem Initiator für sichtbares Licht, einem Initiator für die Kalthärtung und/oder einem Initiator für die Heißhärtung eingesetzt werden.
- 15 Photoinitiatoren werden vorzugsweise zusammen mit einem Reduktionsmittel verwendet. Beispiele für Reduktionsmittel sind Amine wie Cyanethylmethylanilin, Triethylamin, Triethanolamin, N,N-Dimethylanilin, N-Methyldiphenylamin, N,N-Dimethyl-sym.-xylidin und N,N-3,5-Tetramethylanilin und 4-Dimethylaminoben-
- 20 zoesäureethylester.

Als Initiatoren für die Kaltpolymerisation werden Radikale liefernde Systeme, z.B. Benzoyl- bzw. Lauroylperoxid zusammen mit Aminen wie N,N-Dimethyl-sym.-xylidin oder N,N-Dimethyl-p-toluidin  
25 verwendet. Es können auch dual härtende Systeme zur Katalyse verwendet werden, z.B. Photoinitiatoren mit Aminen und Peroxiden.

Die Initiatoren werden üblicherweise in einer Menge von 0,01 bis 5 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmasse der Mischung verwendet.

30

Als anorganischer Füllstoff eignen sich besonders Quarz-, Glaskeramik-, Glaspulver oder Mischungen davon, vorzugsweise Glaspulver und ganz besonders bevorzugt Bariumglaspulver und/oder Strontiumglaspulver, wobei die mittlere Partikelgröße dieser  
35 Pulver vorzugsweise im Bereich von 0,4 bis 1,5  $\mu\text{m}$  und insbesondere im Bereich von 0,7 bis 1,0  $\mu\text{m}$  liegt. Quarz-, Glaskera-

mik- und/oder Glaspulver werden vorzugsweise in einer Menge von 10 bis 80 Gew.-%, insbesondere 40 bis 65 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmasse der Mischung verwendet.

- 5 Darüber hinaus kann der Kompositfüller Füllstoffe zur Erzielung einer erhöhten Röntgenopazität enthalten. Die mittlere Partikelgröße des röntgenopaken Füllstoffs liegt vorzugsweise im Bereich von 100 bis 300 nm, insbesondere 180 bis 300 nm. Als röntgenopake Füllstoffe eignen sich z.B. die in der DE 35 02 594 A1 be-
- 10 schriebenen Fluoride der Seltenen Erdmetalle, d.h. die Trifluoride der Elemente 57 bis 71. Ein besonders bevorzugt verwendeter Füllstoff ist Ytterbiumfluorid, insbesondere Ytterbiumtrifluorid mit einer mittleren Partikelgröße von etwa 300 nm. Die Menge des röntgenopaken Füllstoffs beträgt vorzugsweise 10 bis 50 Gew.-%,
- 15 besonders bevorzugt 20 bis 30 Gew.-%.

- Außerdem können gefällte Mischoxide, wie beispielsweise  $ZrO_2/SiO_2$ , als Füllstoffe eingesetzt werden. Bevorzugt sind Mischoxide mit einer Partikelgröße von 200 bis 300 nm und
- 20 insbesondere etwa 200 nm. Die Mischoxidpartikel sind vorzugsweise kugelförmig und weisen eine einheitliche Größe auf. Die Mischoxide haben vorzugsweise einen Brechungsindex von 1,52 bis 1,55. Die Mischoxide können als alleiniger Füllstoff oder in Kombination mit anderen Füllern eingesetzt werden. Das gefällte
- 25 Mischoxid wird vorzugsweise in einer Menge von 20 bis 90 Gew.-%, besonders bevorzugt 25 bis 75 Gew.-% und ganz besonders bevorzugt 40 bis 75 Gew.-% verwendet.

- Die Füllstoffe sind zur Verbesserung der Haftung zwischen
- 30 Füllstoff und organischer Matrix bevorzugt silanisiert. Als Haftvermittler eignet sich besonders  $\alpha$ -Methacryloxypropyltrimethoxysilan. Die Menge des eingesetzten Haftvermittlers richtet sich nach der Art und BET-Oberfläche des Füllstoffs.

- 35 Zusätzlich zu den bereits genannten Stoffen können die Mischungen Additive, wie Stabilisatoren und Polymerisationsinhibitoren

enthalten. Diese werden bevorzugt in einer Menge von 0,01 bis 2 Gew.-% verwendet.

Die Gesamtmenge an anorganischem Füllstoff liegt vorzugsweise im Bereich von 20 bis 90 Gew.-%, insbesondere 60 bis 88 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmasse des Kompositfüllers.

Eine bevorzugte Mischung zur Herstellung des Kompositfüllers weist demnach folgende Zusammensetzung auf:

10

- (a) 10 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 30 Gew.-% organisches Bindemittel;
- (b) 0,01 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0,03 bis 5 Gew.-% und insbesondere 0,5 bis 2 Gew.-% Polymerisationsinitiator;
- 15 (c) 20 bis 90 Gew.-%, vorzugsweise 60 bis 88 Gew.-% anorganischer Füllstoff.

Als Füllstoff (c) enthält die Mischung vorzugsweise

- 20 (c1) ggf. 10 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 40 bis 65 Gew.-% Glaspulver; und/oder
- (c2) ggf. 10 bis 50 Gew.-%, vorzugsweise 20 bis 30 Gew.-% röntgenopaken Füllstoff; und/oder
- (c3) ggf. 20 bis 90 Gew.-%, vorzugsweise 25 bis 75 Gew.-%, besonders bevorzugt 40 bis 75 Gew.-% gefälltes Misch-oxid.
- 25

Alle Angaben beziehen sich jeweils auf die Gesamtmasse der Mischung. Die Zusammensetzung kann eine der Komponenten (c1), (c2) oder (c3) oder eine Mischung daraus als Füller enthalten. Bevorzugt sind Zusammensetzungen, die einen Füllstoff des Typs (c1) enthalten, allein oder besonders bevorzugt im Kombination mit einer der Komponenten (c2) bis (c3).

35 Nach dem Härten, Mahlen und Klassieren werden die Kompositpartikel vorzugsweise mit einem geeigneten Haftvermittler

behandelt. Dieser reagiert mit den freien Oberflächen des Füllstoffs der Kompositmaterials, die beim Mahlen des Komposits freigelegt werden, und verbessert so die Haftung zwischen Füllstoff und organischer Matrix. Als Haftvermittler sind die  
5 oben genannten Silane bevorzugt.

Die erfindungsgemäßen partikulären Kompositmaterialien eignen sich besonders als Füllstoffe für polymerisierbare Zusammensetzungen, d.h. Zusammensetzungen, die neben dem partikulären  
10 Kompositmaterial mindestens ein polymerisierbares Monomer und/oder Präpolymer und mindestens einen Polymerisationsinitiator enthalten. Der Anteil des partikulären Kompositmaterials liegt vorzugsweise im Bereich von 20 bis 90 Gew.-%, besonders bevorzugt 25 bis 70 Gew.-% und ganz besonders bevorzugt 30 bis 50 Gew.-%.  
15 Die Menge an organischem Bindemittel beträgt vorzugsweise 10 bis 80 Gew.-%, besonders bevorzugt 10 bis 30 Gew.-%, die Menge des Initiators 0,01 bis 5 Gew.-%, insbesondere 0,1 bis 1 Gew.-%.

Zur Herstellung polymerisierbarer Zusammensetzungen sind Kompositfüllstoffe mit einer Dichte von 1,5 bis 2,5 g/cm<sup>3</sup>, insbesondere 1,8 bis 2,2 g/cm<sup>3</sup> bevorzugt. Die relativ geringe Dichte bedingt einen hohen Füllstoffvolumenanteil in der polymerisierbaren Zusammensetzung und bewirkt so eine zusätzliche Verringerung des Polymerisationsschrumpfes.  
20

25 Neben dem Kompositfüller enthalten die polymerisierbaren Zusammensetzungen vorzugsweise zusätzlich weiteren partikulären anorganischen Füllstoff, insbesondere Quarz-, Glaskeramik-, Glaspulver oder Mischungen davon, besonders bevorzugt Glaspulver, ganz besonders bevorzugt Bariumglaspulver und/oder Strontiumglaspulver. Die mittlere Partikelgröße des Quarz-, Glaskeramik- und/oder Glaspulvers liegt vorzugsweise im Bereich von 0,4 bis 2 µm, besonders bevorzugt 0,4 bis 1,5 µm und ganz besonders bevorzugt 0,7 bis 1,0 µm. Der Anteil des Quarz-, Glaskeramik-  
30 und/oder Glaspulvers beträgt vorzugsweise 20 bis 70 Gew.-%,  
35

besonders bevorzugt 25 bis 50 Gew.-% und ganz besonders bevorzugt 30 bis 40 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmasse der Zusammensetzung.

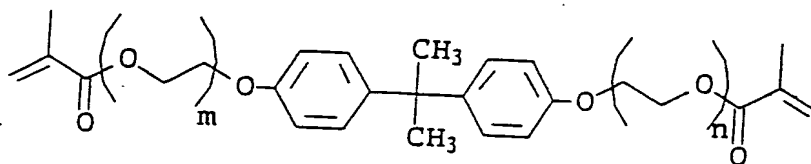
Die Zusammensetzungen können darüber hinaus eines der oben  
5 genannten gefällten Mischoxide und/oder einen der oben genannten  
Füllstoffe zur Erhöhung der Röntgenopazität enthalten, wie  
beispielsweise Ytterbiumtrifluorid. Das Mischoxid wird vorzug-  
weise in einer Menge von 20 bis 70 Gew.-% eingesetzt, der Anteil  
des röntgenopaken Füllstoffs liegt vorzugsweise im Bereich von  
10 1 bis 10 Gew.-%, besonders bevorzugt von 1 bis 5 Gew.-%. Die  
Partikelgröße des röntgenopaken Füllstoffs liegt vorzugsweise im  
Bereich von 100 bis 300 nm, insbesondere 180 bis 300 nm.  
Bevorzugte Mischoxide sind gefällte  $\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2$ -Mischoxide, die  
vorzugsweise eine Partikelgröße von 200 bis 300 nm und ins-  
15 besondere etwa 200 nm aufweisen.

Darüber hinaus können die Zusammensetzungen zur Einstellung des  
rheologischen Verhaltens ein organisch modifiziertes Schicht-  
silikat enthalten. Das Schichtsilikat wird bevorzugt in einer  
20 Menge von 0,05 bis 5 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,1 bis 1 Gew.-%  
eingesetzt. Die Summe der Anteile des röntgenopaken Füllers und  
des Schichtsilikats beträgt vorzugsweise maximal 5 Gew.-%.

Die Gesamtmenge des zusätzlichen anorganischen Füllstoffs der  
25 polymerisierbaren Zusammensetzung liegt vorzugsweise im Bereich  
von 0,05 bis 85 Gew.-%, insbesondere 0,1 bis 56 Gew.-%. Gemäß  
einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die polymerisier-  
bare Zusammensetzung im wesentlichen frei von Füllstoff mit einer  
Partikelgröße von  $< 100$  nm. Der anorganische Füllstoff ist  
30 vorzugsweise mit einem Haftvermittler behandelt, also beispiels-  
weise silanisiert.

Außerdem können die polymerisierbaren Zusammensetzungen übliche  
Additive und Zuschlagstoffe enthalten, vorzugsweise in einer  
35 Menge von 0,01 bis 2 Gew.-%.

Als organische Bindemittel, Polymerisationsinitiatoren, zusätzliche Füllstoffe und Additive eignen sich besonders die oben als Bestandteile des Kompositfüllers beschriebenen Substanzen. Bevorzugte Monomere zur Herstellung der polymerisierbaren Zusammensetzungen sind Benzylmethacrylat, ethoxyliertes Bisphenol-A-Dimethacrylat, Tetrahydrofurylmethacrylat und insbesondere Bisphenol-A-Dimethacrylat, ethoxyliertes Bisphenol-A-Dimethacrylat gemäß der Formel (1) mit  $n = 1$  und  $m = 2$  und das Umsetzungsprodukt aus 2 mol Hydroxyethylmethacrylat (HEMA) und 1 mol Hexamethylendiisocyanat.



Formel (1)

Als Additive kommen zusätzlich zu den oben genannten Materialien Beschleuniger, Farbstoffe, Pigmente, UV-Absorber, optische Aufheller und Gleitmittel in Betracht. Zusammensetzungen, die einen Photoinitiator enthalten, sind bevorzugt.

Die erfindungsgemäßen polymerisierbaren Zusammensetzungen setzen sich vorzugsweise wie folgt zusammen:

- (i) 10 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 30 Gew.-% organisches Bindemittel;
- (ii) 0,01 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis 1 Gew.-% Polymerisationsinitiator;
- (iii) 20 bis 90 Gew.-%, vorzugsweise 25 bis 75 Gew.-% Kompositfüller; und
- (iv) ggf. 20 bis 70 Gew.-%, vorzugsweise 25 bis 50 Gew.-% Quarz-, Glaskeramik-, Glaspulver oder eine Mischung davon;

- (v) ggf. 1 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 1 bis 5 Gew.-%  
röntgenopaker partikulärer Füllstoff;
- (vi) ggf. 20 bis 70 Gew.-% gefälltes Mischoxid;
- (vii) ggf. 0,05 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis 1 Gew.-%  
5 Schichtsilikat;
- (viii) ggf. 0,01 bis 2 Gew.-% weitere Additive.

Die polymerisierbaren Zusammensetzungen eignen sich besonders als  
Dentalmaterialien. Unter dem Begriff Dentalmaterial werden  
10 Zahnfüllungsmaterialien, Materialien für Inlays oder Onlays,  
Zahnzemente, Verblendmaterialien für Kronen und Brücken,  
Materialien für künstliche Zähne oder sonstige Materialien für  
die prothetische, konservierende und präventive Zahnheilkunde  
verstanden.

15 Vorzugsweise dient der erfindungsgemäße Dentalwerkstoff als  
Zahnfüllungsmaterial. Zahnfüllungsmaterialien werden auch als  
Zweikomponentenmaterialien hergestellt, die nach dem Anmischen  
kalt aushärten. Die Zusammensetzung ist ähnlich wie bei den  
20 lichthärtenden Materialien, nur wird anstatt der Photokatalysato-  
ren in die eine Paste z.B. Benzoylperoxid und in die andere Paste  
z.B. N,N-Dimethyl-p-toluidin eingearbeitet. Durch Vermischen etwa  
gleicher Teile der beiden Pasten erhält man ein Zahnfüllungsmate-  
rial, welches in wenigen Minuten aushärtet.

25 Wenn man bei den letztgenannten Materialien das Amin wegläßt und  
als Katalysator z.B. nur Benzoylperoxid verwendet, erhält man  
einen heißhärtenden Dentalwerkstoff, der für die Herstellung  
eines Inlays bzw. von künstlichen Zähnen verwendet werden kann.  
30 Für die Herstellung eines Inlays wird im Mund des Patienten von  
der Kavität ein Abdruck genommen und ein Gipsmodell hergestellt.  
In die Kavität des Gipsmodells wird die Paste eingebracht und das  
Ganze wird in einem Drucktopf unter Hitze polymerisiert. Das  
Inlay wird entnommen, bearbeitet und dann im Munde des Patienten  
35 in die Kavität einzementiert.



Die Erfindung bezieht sich nicht nur auf den Dentalwerkstoff, sondern auch auf daraus hergestellte Fertigteile, z.B. künstliche Zähne, Schalen, Inlays etc.

- 5 Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert.

### Beispiel 1

#### 10 Herstellung eines partikulären Kompositmaterials (Kompositfüller)

Zur Herstellung eines partikulären Kompositmaterials wurden die folgenden Komponenten in den angegebenen Mengen miteinander  
15 gemischt, und die Mischung bei 100 °C für 24 Stunden ausgehärtet, dann grob zerschlagen und anschließend in einer Kugelmühle gemahlen. Die mittlere Korngröße betrug 21 µm. Anschließend wurde der Feinanteil (< 10µm) und der Grobanteil (> 70 µm) mittels  
20 Sieber entfernt. Durch das Sieben verschiebt sich die mittlere Partikelgröße auf 37 µm. Die Korngrößenverteilung vor dem Sieben ist in Abbildung 1, die Korngrößenverteilung nach dem Sieben in Abbildung 2 gezeigt. Anschließend wurde die Hälfte des Materials mit 5 Gew.-% Methacryloxypropyltrimethoxysilan und 2 Gew.-% in Wasser silanisiert.

25

#### Monomermischung zur Herstellung des Kompositfüllers:

1,10-Decandiol-dimethacrylat	30 Gew.-%
Bisphenol-A-dimethacrylat	39,95 Gew.-%
30 Urethandimethacrylat (UDMA)	27 Gew.-%
Benzoylperoxid (50 %)	3 Gew.-%
2,6-Di-tert-butyl-para-kresol	0,05 Gew.-%

Kompositfüller:

	Monomermischung	20,5 Gew.-%
	Bariumglaspulver	54,5 Gew.-%
5	(mittlere Partikelgröße 1,0 $\mu\text{m}$ )	
	Ytterbiumfluorid	25,0 Gew.-%

Beispiel 2

10     Lichthärtendes Dentalmaterial (Komposit) auf der Basis von  
         Kompositfüller

39,5 Gew.-% des partikulären Kompositmaterials gemäß Beispiel 1  
wurden mit 39,5 Gew.-% Bariumglaspulver mit einer mittleren  
15 Teilchengröße von 1,5  $\mu\text{m}$ , 15,5 Gew.-% einer Monomermischung mit  
der unten angegebenen Zusammensetzung und 2,5 Gew.-% einer  
Bentonepaste zu einer homogenen Paste gemischt. Die Bentonepaste  
setzt sich aus 12,5 Gew.-% Bentone (Schichtsilikat) und 87,5  
Gew.-% der Monomermischung zusammen. Zur Bestimmung des Polymeri-  
20 sationsschrumpfes mittels Dilatometer wurden 0,1 g der Paste auf  
einem Glasplättchen fixiert, mit Quecksilber überschichtet und  
ein Wegaufnehmer schwimmend auf dem Quecksilber plazierte. Die  
Paste wurde durch das Glasplättchen hindurch mit einem Licht-  
polymerisationsgerät (500 mW/cm<sup>2</sup>) für 60 Sekunden belichtet. Es  
25 wurde ein Polymerisationsschrumpf von 1,6 % gemessen.

Monomermischung zur Herstellung des Dentalmaterials

polymerisierbare Monomere:

30	UDMA	45 Gew.-%
	Bisphenol-A-Dimethacrylat	33,32 Gew.-%
	Ethoxyliertes Bisphenol-A	
	Dimethacrylat	20 Gew.-%

Initiatormischung/Stabilisator:

	Campherchinon DL (Photoinitiator)	0,33 Gew.-%
5	4-Dimethylamino-benzoesäure- ethylester (Beschleuniger)	0,6 Gew.-%
	2,4,6-Trimethylbenzoyl-diphenyl- phosphinoxid (Coinitiator)	0,4 Gew.-%
10	2,2,6,6-Tetramethylpiperidin -N-oxid	0,012 Gew.-%

Additive:

15	Blaues Fluoreszenzpigment (Lumilux Flu blau)	0,04 Gew.-%
	2-(2'-Hydroxy-5'-methylphenyl)- benzotriazol (UV-Stabilisator)	0,3 Gew.-%

20 Komposit

	Monomermischung	15,5 Gew.-%
	Bariumglaspulver (mittlere Partikelgröße 1,5 µm)	39,5 Gew.-%
25	Kompositfüller	39,5 Gew.-%
	Schichtsilikatpaste (12,5 Gew.-% dispergiert in Monomermischung)	2,5 Gew.-%
30	Ytterbiumtrifluorid	3,0 Gew.-%

Beispiel 3

- 35 Es wurde analog zu Beispiel 2 ein lichthärtendes Dentalmaterial auf der Basis des Füllers gemäß Beispiel 1 hergestellt, der Füller jedoch nicht durch Sichten vom Fein- und Grobanteil befreit. Es wurde Füller der gleichen Charge verwendet. Der Polymerisationsschrumpf betrug 1,9 %.

Patentansprüche

1. Partikuläres Kompositmaterial, dadurch gekennzeichnet, daß es eine mittlere Partikelgröße von 20 bis 50  $\mu\text{m}$  aufweist und maximal 10 Gew.-% Partikel mit einer Größe von  $< 10 \mu\text{m}$  enthält.
2. Partikuläres Kompositmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es eine maximale Partikelgröße von 70  $\mu\text{m}$  aufweist.
3. Partikuläres Kompositmaterial nach Anspruch 1 oder 2, hergestellt durch Härten einer Mischung von
  - (a) 10 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 30 Gew.-% organischem Bindemittel;
  - (b) 0,01 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0,5 bis 2 Gew.-% Polymerisationsinitiator;
  - (c) 20 bis 90 Gew.-%, vorzugsweise 60 bis 88 Gew.-% anorganischem Füllstoff,jeweils bezogen auf die Gesamtmasse der ungehärteten Mischung.
4. Partikuläres Kompositmaterial nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß es als Füllstoff Quarz-, Glaskeramik-, Glaspulver oder eine Mischung davon enthält.
5. Partikuläres Kompositmaterial nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es Glaspulver, vorzugsweise Bariumglaspulver und/oder Strontiumglaspulver enthält.
6. Partikuläres Kompositmaterial nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Quarz-, Glaskeramik- und/oder Glaspulver eine mittlere Partikelgröße von 0,4 bis 1,5  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 0,7 bis 1,0  $\mu\text{m}$  aufweist.

7. Partikuläres Kompositmaterial nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es 10 bis 50 Gew.-%, vorzugsweise 20 bis 30 Gew.-% röntgenopaken Füllstoff enthält.
8. Partikuläres Kompositmaterial nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß es Ytterbiumfluorid enthält.
9. Partikuläres Kompositmaterial nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es gefälltes Mischoxid enthält.
10. Zusammensetzung, enthaltend mindestens ein polymerisierbares Monomer und/oder Präpolymer, mindestens einen Polymerisationsinitiator und mindestens ein partikuläres Kompositmaterial gemäß einem der vorangehenden Ansprüche.
11. Zusammensetzung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie
  - (i) 10 bis 80 Gew.-% organisches Bindemittel;
  - (ii) 0,01 bis 5 Gew.-% Polymerisationsinitiator,
  - (iii) 20 bis 90 Gew.-% partikuläres Kompositmaterial gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9,enthält, jeweils bezogen auf die Gesamtmasse der Zusammensetzung.
12. Zusammensetzung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie als weitere Komponente anorganischen Füllstoff enthält.
13. Zusammensetzung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie als anorganischen Füllstoff Quarz-, Glaskeramik-, Glaspulver, oder eine Mischung davon enthält.

14. Zusammensetzung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sie Glaspulver, vorzugsweise Bariumglaspulver und/oder Strontiumglaspulver enthält.
15. Zusammensetzung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Quarz-, Glaskeramik- und/oder Glaspulver eine mittlere Partikelgröße von 0,4 bis 2  $\mu\text{m}$  aufweist.
16. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß sie 25 bis 70 Gew.-%, vorzugsweise 30 bis 50 Gew.-% Quarz-, Glaskeramik- und/oder Glaspulver enthält.
17. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß sie als weitere Komponente röntgenopaken Füllstoff enthält.
18. Zusammensetzung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß sie Ytterbiumfluorid enthält.
19. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 17 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß sie 1 bis 10 Gew.-% röntgenopaken Füllstoff enthält.
20. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß sie als weitere Komponente ein Schichtsilicat enthält.
21. Zusammensetzung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß sie 0,05 bis 5 Gew.-% Schichtsilikat enthält.
22. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 10 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich gefälltes Mischoxid enthält.

23. Zusammensetzung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß sie  $\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2$ -Mischoxid enthalten.
24. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 22 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischoxid eine Partikelgröße von 200 bis 300 nm aufweist.
25. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß sie 20 bis 70 Gew.-% Mischoxid enthält.
26. Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 10 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich 0,01 bis 2 Gew.-% Additive enthält.
27. Verwendung einer Zusammensetzung gemäß den Ansprüchen 10 bis 26 als Dentalmaterial, insbesondere als Zahnfüllungsmaterial, Material für Inlays oder Onlays, Zahnzement, Verblendmaterial für Kronen und Brücken, Material für künstliche Zähne.

### Zusammenfassung

Partikuläres Kompositmaterial mit einer mittleren Partikelgröße von 20 bis 50  $\mu\text{m}$  und einem maximalen Gehalt an Partikeln mit einer Größe von  $< 10 \mu\text{m}$  von 10 Gew.-% und dessen Verwendung zur Herstellung von Dentalwerkstoffen.



Abbildung 1  
Korngrößenverteilung des Kompositfülles aus Beispiel 1  
vor dem Sichten

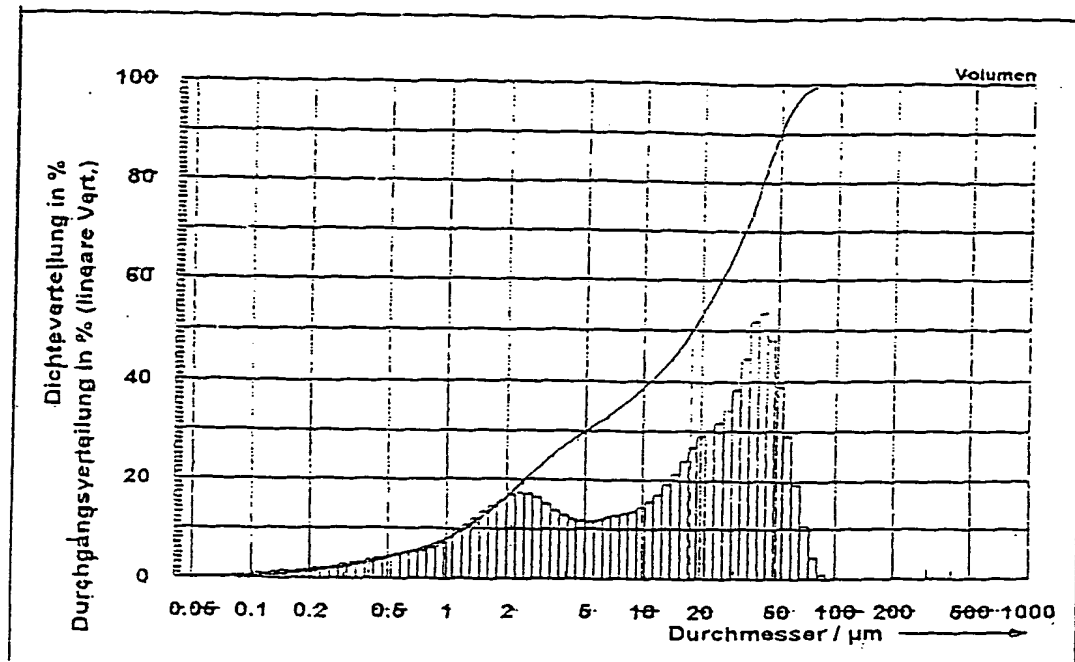


Abbildung 2  
Korngrößenverteilung des Kompositfülles aus Beispiel 1  
nach dem Sichten

